

5

Einspritzdüse

## Stand der Technik

10 Die Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

15 Aus der US 6,520,423 B1 ist eine derartige Einspritzdüse bekannt und besitzt eine Düsennadel zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch. Des Weiteren umfasst die Einspritzdüse einen piezoelektrischen Aktuator zum Antreiben eines Kopplungskolbens, der in einen Kopplungsraum eintaucht bzw. diesen zumindest teilweise begrenzt. Die Düsennadel bzw. ein die Düsennadel umfassender Nadelverband weist eine Steuerfläche auf, die einen Steuerraum zumindest teilweise begrenzt und die mit dem Kopplungsraum kommuniziert. Bei der bekannten Einspritzdüse  
20 ist die Steuerfläche dem wenigstens einem Spritzloch zugewandt an der Düsennadel bzw. am Nadelverband angeordnet. Zum Öffnen der Düsennadel treibt der Aktuator bei der bekannten Einspritzdüse den Kopplungskolben so an, dass dieser tiefer in den Kopplungsraum eintaucht und dadurch das Volumen des Kopplungsraums reduziert. Durch die Reduzierung des Kopplungsraumvolumens steigt darin der Druck an, was zu  
25 einem entsprechenden Druckanstieg im damit kommunizierenden Steuerraum führt. Dementsprechend wird im Steuerraum die Steuerfläche mit dem erhöhten Druck beaufschlagt, wodurch eine von dem wenigstens einen Spritzloch weggerichtete Kraft in die Düsennadel bzw. in den Nadelverband eingeleitet wird. Dies führt dazu, dass die an der Düsennadel bzw. am Nadelverband angreifenden Öffnungskräfte überwiegen, so dass die  
30 Düsennadel aus ihrem Sitz abhebt und eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine Spritzloch ermöglicht.

Bei der bekannten Einspritzdüse erfolgt die Steuerung der Düsennadel daher mit Hilfe eines Überdrucks, der deutlich über dem üblichen im Kopplungsraum und im Steuerraum vorherrschenden Druck liegen kann. Üblicher Weise herrscht bei geschlossener Düsennadel  
35 sowohl im Kopplungsraum als auch im Steuerraum ein vergleichsweise hoher

Einspritzdruck, so dass relativ enge Herstellungstoleranzen eingehalten werden müssen, um unerwünscht hohe Leckagen zu vermeiden. Enge Herstellungstoleranzen sind jedoch mit vergleichsweise hohen Herstellungskosten verbunden. Des Weiteren ist bei der bekannten Einspritzdüse die Steuerfläche an einem Steuerkolben ausgebildet, der die Düsennadel antreibt bzw. einen Bestandteil des Nadelverbands bildet. Je nach Druckbeaufschlagung des Steuerraums bzw. der Steuerfläche können am Steuerkolben mehr oder weniger stark ausgeprägte Querkkräfte angreifen, die sich aufgrund der Kopplung mit der Düsennadel auf diese übertragen können. Dies kann zu einer erhöhten Reibung der Düsennadel in ihrer Nadelführung führen, was die ordnungsgemäße Funktion der Düsennadel beeinträchtigen kann.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Düsennadel direkt mit einem Unterdruck gesteuert werden kann, wodurch es grundsätzlich möglich ist, die Herstellungstoleranzen weniger eng vorzugeben. Ein vergrößertes Führungsspiel reduziert jedoch die Herstellungskosten. Des Weiteren kann bei der erfindungsgemäßen Einspritzdüse die Druckbeaufschlagung bzw. Druckabsenkung der Steuerfläche ohne weiteres so gestaltet werden, dass dabei keine Querkkräfte in die Düsennadel bzw. in den Nadelverband eingeleitet werden, was die Funktionsfähigkeit der Einspritzdüse verbessert.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Kopplungskolben den Kopplungsraum an einer dem wenigstens einen Spritzloch zugewandten Seite zumindest teilweise begrenzen. Diese Ausführungsform hat zur Folge, dass der Kopplungskolben vom Aktuator auf das wenigstens eine Spritzloch zu angetrieben wird, was einen besonders kompakten Aufbau für die Einspritzdüse ermöglicht.

Vorteilhaft ist auch eine Ausführungsform, bei welcher der Kopplungskolben in einem Zylinderraum hubverstellbar gelagert ist, der in einem Einsatzteil ausgebildet ist, das axial zwischen dem Aktuator und der Düsennadel oder dem Nadelverband angeordnet ist. Ein derartiges Einsatzteil kann besonders einfach mit hinreichender Genauigkeit gefertigt werden, was die Herstellungskosten für die Einspritzdüse reduziert.

Bei einer Weiterbildung kann im Zylinderraum eine Rückstellfeder angeordnet sein, die sich einenends am Kopplungskolben und anderenends an einem Grund des Zylinderraums

abstützt. Mit Hilfe einer derartigen Rückstellfeder kann zum Schließen der Düsennadel der Kopplungskolben mit einer definierten Rückstellkraft in seine Ausgangsstellung vorgespannt werden, was gleichzeitig zu einem definierten Druckanstieg im Kopplungsraum und somit im Steuerraum führt. In der Folge können die in Schließrichtung wirksamen Kräfte an der Düsennadel verstärkt werden. Die vorgeschlagene Rückstellfeder unterstützt somit die Schließbewegung der Düsennadel.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

#### Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen vereinfachten Längsschnitt durch eine Einspritzdüse nach der Erfindung,

Fig. 2 eine vergrößerte Detailansicht eines in Fig. 1 mit II gekennzeichneten Längsabschnitts der Einspritzdüse.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Entsprechend Fig. 1 umfasst eine erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 einen Düsenkörper 2, in dem ein Aktuator 3 und eine Düsennadel 4 angeordnet sind. Der Aktuator 3 ist vorzugsweise als piezoelektrischer Aktuator 3 ausgestaltet, also ein Piezo-Aktuator 3, der bei einer Strombeaufschlagung seine axiale Länge vergrößert und bei Wegfall der Strombeaufschlagung wieder reduziert. Die Düsennadel 4 dient zur Steuerung einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch 5, das in einer Düsen Spitze 6 untergebracht ist. Üblicherweise enthält die Einspritzdüse 1 mehrere Spritzlöcher 5, die quasi sternförmig bezüglich einer Längsmittelachse 7 der Düsennadel 4 bzw. der Einspritzdüse 1 angeordnet sein können. Die Düsennadel 4 arbeitet mit einem Nadelsitz 8 zusammen. Im Schließzustand der Düsennadel 4 sitzt diese in ihrem Nadelsitz 8 und trennt das wenigstens eine Spritzloch 5 von einer hier nicht näher bezeichneten

Kraftstoffzuführung ab, in welcher der einzuspritzende Kraftstoff unter einem relativ hohen Einspritzdruck bereitgestellt wird. Im geöffneten Zustand ist die Düsennadel 4 vom Nadelsitz 8 abgehoben, wodurch das wenigstens eine Spritzloch 5 mit der Kraftstoffzuführung verbunden ist. In der Folge kommt es zu einer Eindüsung von Kraftstoff in einen Einspritzraum 9, der ein Brennraum oder ein Gemischbildungsraum sein kann.

Die Einspritzdüse 1 dient zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum eines Zylinders einer Brennkraftmaschine, die insbesondere in einem Fahrzeug angeordnet sein kann. Dabei ist jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine separate Einspritzdüse 1 zugeordnet. Beim sogenannten „Common-Rail-System“ ist für mehrere, insbesondere für sämtliche, Einspritzdüsen 1 der Brennkraftmaschine eine gemeinsame Kraftstoffversorgung vorgesehen, welche den einzudüsenden Kraftstoff auf dem relativen hohen Niveau des Einspritzdrucks bereitstellt.

Die Düsennadel 4 bildet hier einen Bestandteil eines Nadelverbands 10, der neben der Düsennadel 4 hier exemplarisch außerdem eine Kopplungsstange 11 sowie einen Steuerkolben 12 aufweisen kann. Die einzelnen Bestandteile des Nadelverbands 10 bilden eine gemeinsam hubverstellbare Einheit, die zumindest zur Übertragung von Druckkräften geeignet ist. Dabei ist es grundsätzlich möglich, dass zwei benachbarte Komponenten des Nadelverbands 10 lediglich lose aneinander anliegen. Ebenso ist es möglich, dass zwei benachbarte Bestandteile des Nadelverbands 10 fest miteinander verbunden sind, z. B. durch eine Schweiß- oder Lötverbindung. Ebenso ist es möglich, dass zumindest zwei Bestandteile des Nadelverbands 10 einteilig aus einem Stück hergestellt sind.

Der Aktuator 3 treibt über eine gelenkartige Koppelstelle 13 eine Kolbenstange 14 und über diese einen Kopplungskolben 15 an.

Entsprechend Fig. 2 begrenzt der Kopplungskolben 15 einen Kopplungsraum 16 zumindest teilweise. Dieser Kopplungsraum 16 kommuniziert über einen Verbindungspfad 17 mit einem Stellerraum 18. Dieser Stellerraum 18 ist vom Steuerkolben 12 bzw. von einer Steuerfläche 19 zumindest teilweise begrenzt. Die Steuerfläche 19 ist hier am Steuerkolben 12 ausgebildet. Ebenso ist es möglich, die Steuerfläche 19 direkt an der Düsennadel 4 oder an einer anderen Komponente des Nadelverbands 10 anzuordnen.

Erfindungsgemäß ist die Steuerfläche 19 so an der Düsenadel 4 bzw. am Nadelverband 10 angeordnet, dass sie von dem wenigstens einen Spritzloch 5 abgewandt ist. Das bedeutet, dass ein im Steuerraum 18 herrschender Druck die Steuerfläche 19 so beaufschlagt, dass diese eine in Schließrichtung der Düsenadel 4 wirkende Kraft in die Düsenadel 4 bzw. in den Nadelverband 10 einleiten kann. Des Weiteren ist bei der vorliegenden Erfindung die Anordnung des Kopplungskolbens 15 relativ zum Kopplungsraum 16 so gewählt, dass der Aktuator 3 bei seiner Betätigung zum Öffnen der Düsenadel 4 den Kopplungskolben 15 so antreibt, dass sich ein Volumen des Kopplungsraums 16 vergrößert.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform begrenzt der Kopplungskolben 15 den Kopplungsraum 16 an einer dem wenigstens einen Spritzloch 5 zugewandten Seite 20 zumindest teilweise. In der Folge besitzt der Kopplungskolben 15 eine von dem wenigstens einen Spritzloch 5 abgewandte Kopplungsfläche 21, die im Kopplungsraum 16 angeordnet ist bzw. diesen teilweise begrenzt. Um das Volumen des Kopplungsraums 16 zu vergrößern, treibt der Aktuator 3 den Kopplungskolben 15 somit in Richtung auf das wenigstens eine Spritzloch 5 an.

Bei der hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsform ist der Kopplungskolben 15 in einem Zylinderraum 22 hubverstellbar gelagert. In diesem Zylinderraum 22 ist eine Rückstellfeder 23 angeordnet, die im folgenden auch als Kopplungskolben-Rückstellfeder 23 bezeichnet wird. Die Kopplungskolben-Rückstellfeder 23 ist in axialer Richtung einenends am Kopplungskolben 15 und anderenends an einem Grund 24 des Zylinderraums 22 abgestützt. Der Zylinderraum 22 ist außerdem auf hier nicht näher dargestellte Weise an ein Leckagesystem angeschlossen, so dass eine Hubverstellung des Kopplungskolbens 15 das Volumen im Zylinderraum 22 verändern kann, ohne dass es hierbei zu einer signifikanten Druckveränderung im Zylinderraum 22 kommt.

Der Zylinderraum 22 ist in einem als separates Bauteil ausgestalteten Einsatzteil 25 ausgebildet, das axial zwischen dem Aktuator 3 und der Düsenadel 4 bzw. dem Nadelverband 10 angeordnet ist. Dabei stützt sich das Einsatzteil 25 bei der hier gezeigten Ausführungsform in axialer Richtung einenends an einem Bestandteil des Düsenkörpers 2 und anderenends z. B. an einer Dichtplatte 26 ab. Bei der hier gezeigten Ausführungsform besitzt das Einsatzteil 25 an einer dem Aktuator 3 zugewandten Stirnseite einen axial abstehenden, radial außen angeordneten Ringkragen 27, der sich axial an der Dichtplatte 26 abstützt, wodurch axial zwischen der Dichtplatte 26 und dem Einsatzteil 25 der

Kopplungsraum 16 ausgebildet ist. Des Weiteren ist bei der hier gezeigten Ausführungsform der Verbindungspfad 17 in das Einsatzteil 25 integriert. Exemplarisch kann der Verbindungspfad 17 aus zwei miteinander kommunizierenden Bohrungen 28 und 29 gebildet sein, von denen die eine 28 an den Kopplungsraum 16 und die andere 29 an den Steuerraum 18 angeschlossen ist.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform durchdringt die Kolbenstange 14 die Dichtplatte 26 zentral und stützt sich axial am Kopplungskolben 15 ab. Auch hier ist es grundsätzlich möglich, dass Kolbenstange 14 und Kopplungskolben 15 lediglich lose aneinander anliegen. Ebenso können Kopplungskolben 15 und Kolbenstange 14 fest miteinander verbunden oder einteilig aus einem Stück gefertigt sein. Die Kolbenstange 14 ragt in den Kopplungsraum 16 ein, d. h. die Kolbenstange 14 durchsetzt den Kopplungsraum 16 in axialer Richtung bis zum Kopplungskolben 15. Dabei besitzt die Kolbenstange 14 zumindest innerhalb des Kopplungsraums 16 einen Außenquerschnitt 30, der kleiner ist als ein Außenquerschnitt 31 des Kopplungskolbens 15. Auf diese Weise wird die Kopplungsfläche 21 realisiert bzw. wird dadurch die Abhängigkeit des Kopplungsraumvolumens von der Hubstellung des Kopplungskolbens 15 und der Kolbenstange 14 realisiert. Im vorliegenden Fall ist/sind die Kolbenstange 14 und/oder der Kopplungskolben 15 zylindrisch, insbesondere kreiszylindrisch ausgestaltet.

Entsprechend Fig. 1 kann zwischen der Dichtplatte 26 und einer axial am Aktuator 3 abgestützten Stützplatte 32 eine weitere Rückstellfeder 33 angeordnet sein, die im folgenden auch als Aktuator-Rückstellfeder 33 bezeichnet wird. Die Aktuator-Rückstellfeder 33 stützt sich in axialer Richtung einerseits an der Abstützplatte 32 und andererseits an der Dichtplatte 26 ab und ist somit über das Einsatzteil 25 am Düsenkörper 2 abgestützt. Der Aktuator 3 ist über die Koppelstelle 13 zentrisch durch die Stützplatte 32 hindurch mit der Kolbenstange 14 verbunden.

Entsprechend Fig. 2 ist der Steuerraum 18 axial zwischen dem Einsatzteil 25 und dem Steuerkolben 12 ausgebildet, wobei er hier außerdem radial von einer Hülse 34 eingefasst ist. In dieser Hülse 34 ist der Steuerkolben 12 hubverstellbar gelagert. Aus Fig. 2 wird hier deutlich, dass die Verlegung des Verbindungspfads 17 innerhalb des Einsatzteils 25 vorteilhaft gezielt so realisiert werden kann, dass der Verbindungspfad 17 hier über die Bohrung 29 zentral in den Steuerraum 18 einmündet. Hierdurch kann ein besonders gleichmäßiger Druckaufbau bzw. Druckabbau im Steuerraum 18 erzielt werden, um Querkräfte am Steuerkolben 12 und somit am Nadelverband 10 zu vermeiden.

Zurückkommend auf Fig. 1 kann eine weitere Rückstellfeder 35 vorgesehen sein, die im folgenden auch als Nadel-Rückstellfeder 35 bezeichnet wird. Die Nadel-Rückstellfeder 35 ist in axialer Richtung einenends an der Hülse 34 und anderenends an einem Stützring 36 abgestützt, der sich seinerseits am Nadelverband 10 abstützt bzw. einen Bestandteil des Nadelverbands 10 bildet.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 arbeitet wie folgt:

In einem Ausgangszustand ist die Düsennadel 4 geschlossen, d. h. die Düsennadel 4 sitzt im Nadelsitz 8 und sperrt somit die Verbindung der Kraftstoffversorgung zu dem wenigstens einen Spritzloch 5. In diesem Ausgangszustand herrscht im Steuerraum 18 und im Kopplungsraum 16 derselbe Druck, insbesondere der Kraftstoffhochdruck. Dieser Kraftstoffhochdruck kann beispielsweise durch eine gezielte und/oder unvermeidliche Leckage des Kopplungsraums 16 und/oder des Steuerraums 18 und/oder des Verbindungspfads 17 gegenüber der Kraftstoffversorgung eingestellt werden. Der in Steuerraum 18 wirksame Druck erzeugt an der Steuerfläche 19 eine in Schließrichtung der Düsennadel 4 orientierte Kraft. Des Weiteren leitet auch die Nadel-Rückstellfeder 35 eine Schließkraft in den Nadelverband 10 ein. Insgesamt überwiegen am Nadelverband 10 die in Schließrichtung wirksamen Kräfte.

Die Aktuator-Rückstellfeder 33 hat den Aktuator 3 in seine verkürzte Ausgangslage vorgespannt. Auch die Kopplungskolben-Rückstellfeder 23 hält den Kopplungskolben 15 entgegen der im Kopplungsraum 16 wirkenden Kraft vorgespannt.

Um einen Einspritzvorgang durch das wenigstens eine Spritzloch 5 einzuleiten, wird der Aktuator 3 betätigt bzw. aktiviert, wodurch dieser seine Länge vergrößert und dadurch über die Kolbenstange 14 den Kopplungskolben 15 axial in Richtung des wenigstens einen Spritzlochs 5 antreibt. Hierdurch wird die dem Kopplungsraum 16 ausgesetzte Kopplungsfläche 21 des Kopplungskolbens 15 relativ zum Kopplungsraum 16 so verstellt, dass sich das Volumen des Kopplungsraums 16 vergrößert. Mit der Vergrößerung des Kopplungsraumvolumens geht ein Druckabfall im Kopplungsraum 16 einher, der sich über den Verbindungspfad 17 in den Steuerraum 18 fortpflanzt. Durch den reduzierten Druck im Steuerraum 18 werden die an der Steuerfläche 19 in Schließrichtung wirksamen Kräfte reduziert, derart, dass am Nadelverband 10 nunmehr die in Öffnungsrichtung wirksamen Kräfte überwiegen. Folglich hebt die Düsennadel 4 von ihrem Nadelsitz 8 ab, was das

wenigstens eine Spritzloch 5 mit der Kraftstoffversorgung verbindet und den Einspritzvorgang ermöglicht.

5 Zur Beendigung des Einspritzvorganges wird der Aktuator 3 deaktiviert, wodurch sich seine Länge reduziert. Die durch den Öffnungsvorgang gespannten Rückstellfedern 23, 33 und 35 können nun bei deaktiviertem Aktuator 3 ihre Rückstellkräfte entfalten und in der Folge den Aktuator und den Kopplungskolben 15 sowie die Düsennadel 4 in die Ausgangsstellung zurücktreiben. Wichtig für den Schließvorgang der Düsennadel 4 ist dabei, dass der Kopplungskolben 15 angetrieben durch die Kopplungskolben-  
10 Rückstellfeder 23 das Volumen des Kopplungsraums 16 wieder reduziert, was mit einem entsprechenden Druckanstieg im Kopplungsraum 16 und somit auch im Steuerraum 18 einhergeht. Der erhöhte Druck im Steuerraum 18 vergrößert in entsprechendem Maße die über die Steuerfläche 19 in den Nadelverband 10 eingeleiteten Schließkräfte. Sobald die Düsennadel 4 wieder in ihren Nadelsitz 8 einfährt, ist die Verbindung des wenigstens einen  
15 Spritzlochs 5 mit der Kraftstoffzuführung unterbrochen und der Einspritzvorgang beendet.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 ist somit direkt über den Druck bzw. Unterdruck an der Steuerfläche 19 gesteuert, der mit Hilfe des Aktuators 3 variierbar ist. Beachtenswert ist hierbei, dass die hydraulisch arbeitenden Komponenten der Einspritzdüse 1 maximal  
20 dem Einspritzdruck ausgesetzt sind, da zur Betätigung der Düsennadel 4 der Druck im Steuerraum 18 abgesenkt wird. In der Folge können die hydraulischen Komponenten herstellungstechnisch mit weniger Aufwand gefertigt werden. Insbesondere können ein geringeres Spiel sowie größere Toleranzen zugelassen werden, was sich vorteilhaft auf die Herstellungskosten auswirkt. Des Weiteren existiert keine unmittelbare Kopplung zwischen  
25 der Düsennadel 4 bzw. dem Nadelverband 10 einerseits und dem Kopplungskolben 15 andererseits, was nachteilige Wechselwirkungen zwischen den genannten Bauteilen reduziert bzw. eliminiert.



5	Bezugszeichenliste	
	1	Einspritzdüse
	2	Düsenkörper
10	3	Aktuator
	4	Düsennadel
	5	Spritzloch
	6	Düsenspitze
	7	Düsenlängsmittelachse
15	8	Nadelsitz
	9	Einspritzraum
	10	Nadelverband
	11	Kopplungsstange
	12	Steuerkolben
20	13	Koppelstelle
	14	Kolbenstange
	15	Kopplungskolben
	16	Kopplungsraum
	17	Verbindungspfad
25	18	Steuerraum
	19	Steuerfläche
	20	Seite von 16
	21	Kopplungsfläche
	22	Zylinderraum
30	23	Rückstellfeder
	24	Grund von 22
	25	Einsatzteil
	26	Dichtplatte
	27	Ringkragen
35	28	Bohrung
	29	Bohrung

	30	Außenquerschnitt von 16
	31	Außenquerschnitt von 15
	32	Stützplatte
	33	Rückstellfeder
5	34	Hülse
	35	Rückstellfeder
	36	Stützring

5

## Ansprüche

10

15

20

25

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug,
  - mit einer Düsennadel (4) zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch (5),
  - mit einem Aktuator (3) zum Antreiben eines Kopplungskolbens (15),
  - wobei die Düsennadel (4) oder ein die Düsennadel (4) umfassender Nadelverband (10) eine Steuerfläche (19) aufweist, die einen Steuerraum (18) zumindest teilweise begrenzt,
  - wobei der Steuerraum (18) mit einem Kopplungsraum (16) kommuniziert,
  - wobei der Kopplungskolben (15) den Kopplungsraum (16) zumindest teilweise begrenzt,dadurch gekennzeichnet,
  - dass die Steuerfläche (19) von dem wenigstens einen Spritzloch (5) abgewandt an der Düsennadel (4) oder am Nadelverband (10) angeordnet ist,
  - dass der Aktuator (3) den Kopplungskolben (15) zum Öffnen der Düsennadel (4) so antreibt, dass sich ein Volumen des Kopplungsraums (16) vergrößert.
2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,
  - dadurch gekennzeichnet,
  - dass der Kopplungskolben (15) den Kopplungsraum (16) an einer dem wenigstens einen Spritzloch (5) zugewandten Seite (20) zumindest teilweise begrenzt.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
- dass der Kopplungskolben (15) in einem Zylinderraum (22) hubverstellbar gelagert  
ist,  
5 - dass der Zylinderraum (22) in einem Einsatzteil (25) ausgebildet ist, das axial  
zwischen dem Aktuator (3) und der Düsennadel (4) oder dem Nadelverband (10)  
angeordnet ist.
- 10 4. Einspritzdüse nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Zylinderraum (22) eine Rückstellfeder (23) angeordnet ist, die sich einenends  
am Kopplungskolben (15) und anderenends an einem Grund (24) des Zylinderraums  
(22) abstützt.
- 15 5. Einspritzdüse nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein den Steuerraum (18) mit dem Kopplungsraum (16) kommunizierend  
verbindender Verbindungspfad (17) im Einsatzteil (25) ausgebildet ist.
- 20 6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Aktuator (3) den Kopplungskolben (15) über eine Kolbenstange (14) antreibt,  
die bis zum Kopplungskolben (15) den Kopplungsraum (16) durchsetzt und deren dem  
Kopplungsraum (16) ausgesetzter Außenquerschnitt (30) kleiner ist als der dem  
25 Kopplungsraum (16) ausgesetzte Außenquerschnitt (31) des Kopplungskolbens (15).
- 30 7. Einspritzdüse nach den Ansprüchen 3 und 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Kopplungsraum (16) axial zwischen dem Einsatzteil (25) und einer  
Dichtplatte (26) ausgebildet ist, die zentral von der Kolbenstange (14) durchsetzt ist.
- 35 8. Einspritzdüse nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
- dass sich die Dichtplatte (26) axial am Einsatzteil (25) abstützt und/oder  
- dass sich an der Dichtplatte (25) eine weitere Rückstellfeder (33) abstützt, die sich  
außerdem am Aktuator (3) direkt oder indirekt abstützt.

9. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein den Steuerraum (18) mit dem Kopplungsraum (16) kommunizierend

5 verbindender Verbindungspfad (17) axial und zentrisch an den Steuerraum (18)  
angeschlossen ist.

5

## Zusammenfassung

10

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, umfassend eine Düsennadel zum Steuern einer Einspritzung von Kraftstoff durch wenigstens ein Spritzloch sowie einen Aktuator zum Antreiben eines Kopplungskolbens (15). Die Düsennadel oder ein die Düsennadel umfassender Nadelverband (10) weist eine Steuerfläche (19) auf, die einen Steuerraum (18) zumindest teilweise begrenzt. Der Steuerraum (18) kommuniziert mit einem

15

Kopplungsraum (16), der zumindest teilweise vom Kopplungskolben (15) begrenzt ist.

20

Die Einspritzdüse erhält einen vereinfachten Aufbau, wenn die Steuerfläche (19) von dem wenigstens einen Spritzloch abgewandt an der Düsennadel oder am Nadelverband (10) angeordnet ist und der Aktuator den Kopplungskolben (15) zum Öffnen der Düsennadel so antreibt, dass sich ein Volumen des Kopplungsraums (16) vergrößert.

(Fig. 2)

1 / 2

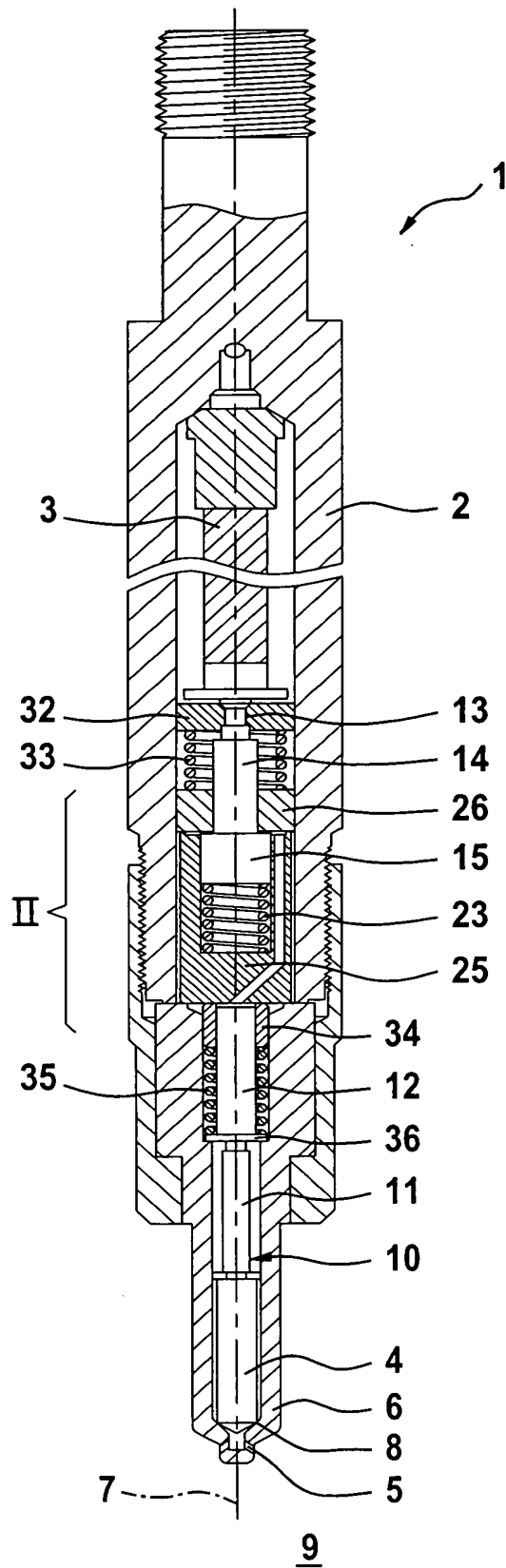


FIG. 1

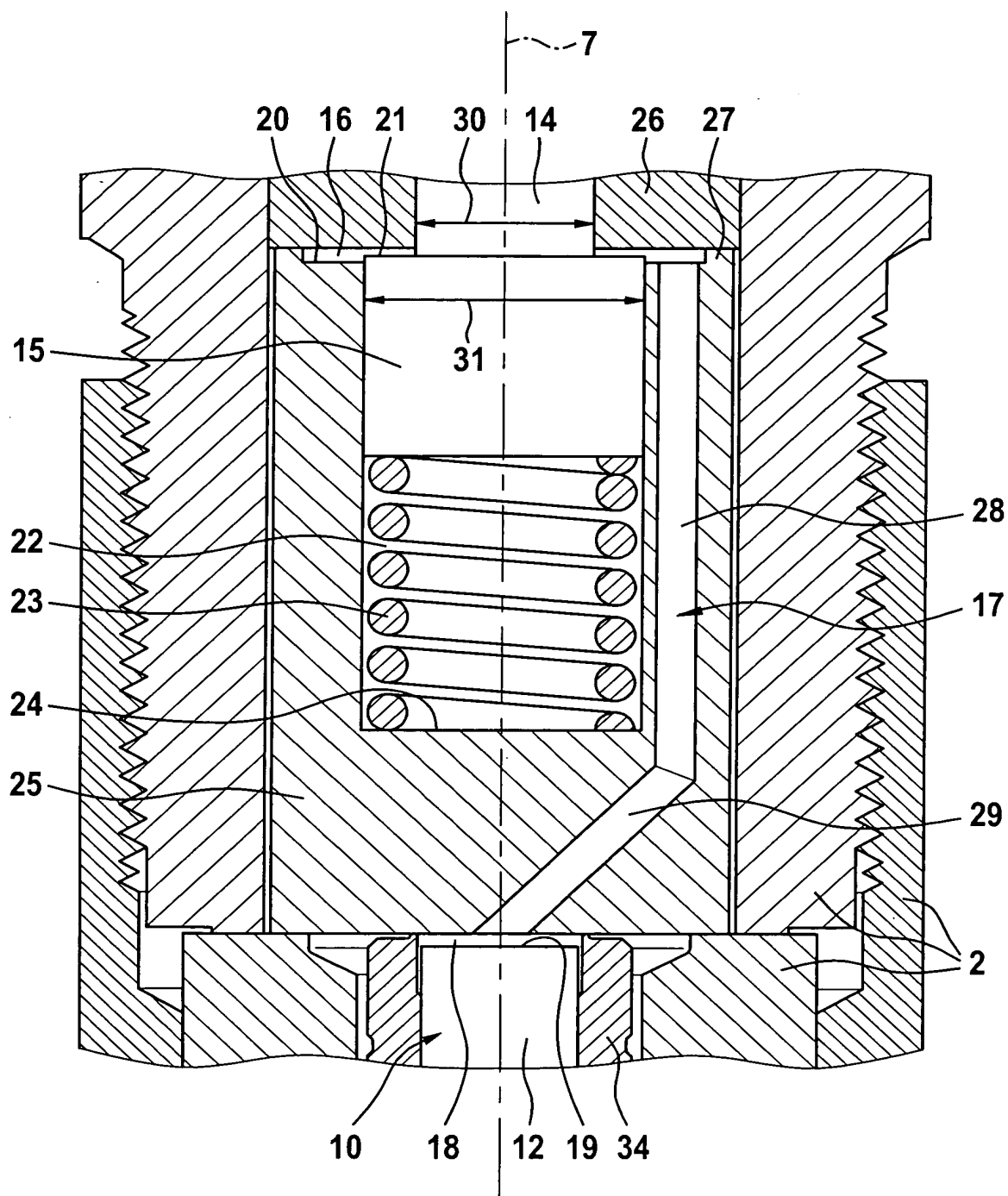


FIG. 2